

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»
Кафедра биологии, экологии и методики их преподавания

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«БИОГЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ РОЛЬ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И РАСТЕНИЙ»
В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ**
Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа
допущена к защите
Зав. кафедрой
Н. Л. Абрамова

Исполнитель:
Крохалева Анастасия Михайловна,
обучающийся группы
БИО-1501

дата

подпись

подпись

Научный руководитель:
Н. А. Сулейманова,
канд. хим. наук,
доцент

подпись

Екатеринбург 2019

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ БИОГЕННОСТИ МЕТАЛЛОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ.....	5
1.1. Классификация биогенных металлов по периодической системе Дмитрия Ивановича Менделеева (химическая классификация).	6
Классификация биогенных металлов Владимира Ивановича Вернадского....	12
1.3. Классификация биогенных металлов Владимира Владиславовича Ковальского.	13
1.4. Характеристика биогенных тяжёлых металлов.	14
ГЛАВА 2. БИОГЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ.	25
2.1. Влияние биогенных металлов на человека.....	25
2.2. Синергизм и антагонизм биогенных металлов.	30
2.3. Влияние биогенных металлов на растения.....	33
ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПО КУРСУ «БИОГЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ РОЛЬ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И РАСТЕНИЙ».	43
3.1. Введение в элективный курс «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».	46
3.2. Внеурочные занятия по элективному курсу «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».	51
3.3 Элективный курс как предпосылка для проектной деятельности школьников.....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	79

ВВЕДЕНИЕ.

В окружающей нас среде всегда есть различные химические вещества, соединения и отдельные химические элементы (металлы), оказывающие определенное воздействие на организмы, в том числе на человека и растения. Но любое влияние химических элементов имеет свои стороны — положительные и негативные, так как химические элементы имеют физические и химические свойства.

Биогенные металлы — это такие химические элементы, которые содержатся в организме человека и оказывают на него определенное влияние, то есть металл проявляет свои химические свойства, воздействуя на системы организма и принося в них положительные или отрицательные изменения.

Актуальность выбранной темы дипломной работы обусловлена тем, что в настоящее время существует множество школьных элективных курсов по биологии, направленные, в основном, на подготовку учащихся к Единому Государственному Экзамену (ЕГЭ), которые состоят в повторении и изучении школьного материала по биологии. Поэтому, недостаточно элективных курсов по дисциплине «Биология», которые направлены на изучение конкретной темы «Биогенные металлы и их роль для человека и растений» и создание обучающимися учебных проектов на выбранные ими подтемы в курсе.

Цель данной работы является — рассмотреть характеристики биогенных металлов и разработать элективный курс по данной тематике. В процессе написания данной работы использовались следующие методы исследования: метод обобщения (проанализировать данные о биогенных металлов, сделать выводы и определить основные их характеристики), метод синтеза (чтобы проанализировать и охарактеризовать свойства и отдельные признаки металлов и дать о них

целостное понятие).

Чтобы достичь поставленную цель необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить специальную литературу по химии и биологии о биогенных элементах;
- 2) проанализировать и систематизировать полученную информацию о биогенных химических металлов;
- 3) рассмотреть классификации биогенных химических элементов, свойства биогенных тяжёлых металлов;
- 4) разработать межпредметный элективный курс по биологии и химии «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».

Объектом выпускной квалификационной работы являются биогенные металлы и их влияние на живые организмы.

Предметом данной дипломной работы является процесс формирования знаний обучающихся о влиянии биогенных металлов на организм человека и растений.

Структура дипломной работы обусловлена целью и задачами. Работа состоит из введения, трех глав, в каждой из которых есть подглавы, и заключения.

ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ БИОГЕННОСТИ МЕТАЛЛОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ.

В настоящее время есть множество определений понятия биогенности. Для начала рассмотрим общий термин биогенность химических элементов.

Биогенность химических элементов — это свойства элементов, которые необходимы организму человека для построения и нормального функционирования всех органов и клеток.

Следуя из понятия биогенность химических элементов можно дать определение биогенности металлов.

Биогенность металлов — это свойства металлов, которые изначально заложены в них природой и воздействуют на организм человека положительно или негативно, вызывая в результате различные заболевания или улучшения состояния организма в целом.

Биогенные элементы подразделяются на разные категории в зависимости от классификации: 1) макро-, микро-, ультрамикроэлементы; 2) жизненно необходимые и примесные элементы; 3) s-элементы, p-элементы, d-элементы и f-элементы. Содержание биогенных химических элементов определяется влиянием и распределением в организме самих химических элементов, а также зависит от условий среды организма.

Биогенными элементами также являются тяжёлые металлы. Они по химическим свойствам являются токсичными металлами, но в отдельных случаях тяжёлые металлы могут быть «полезными». Дадим определение тяжёлым металлам [10].

Тяжёлые металлы — это химические элементы, которые оказывают воздействие на живые организмы, которое может быть отрицательным при достижении максимальной предельной допустимой концентрации (ПДК), которая может быть установлена самим организмом, то есть индивидуальное восприятие организмом тяжёлых металлов.

1.1. Классификация биогенных металлов по периодической системе Дмитрия Ивановича Менделеева (химическая классификация).

Период	Группа							
n	IB	IIБ	IIIБ	IVБ	VБ	VIБ	VIIБ	VIIIБ
4	Cu	Zn	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe Co Ni
5	Ag	Cd	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru Rh Pd
6	Au	Hg	La	Hf	Ta	W	Re	Os Ir Pt

Химическая классификация биогенных элементов основана на принципе периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Физические, химические и биологические свойства биогенных элементов зависит от их позиции в периодической системе химических элементов. Эти химические элементы поделены на 4 группы:

s-элементы. К этой группе относятся химические элементы, которые необходимы для организма человека, а некоторые являются жизненно важными элементами (незаменимыми) [10]. Примерами таких элементов являются калий, кальций, магний, натрий, литий.

p-элементы. Это те элементы, которые содержатся в организме человека постоянно и они необходимы для нормальной жизнедеятельности и функциональности всех систем организма [10]. Примерами таких элементов являются йод, алюминий, кремний, германий, мышьяк, селен, бром, бор, углерод, азот, фтор, фосфор, сера, хлор.

d-элементы. Это такие химические элементы, которые являются жизненно необходимыми для организма человека. Примерами таких элементов является марганец, железо, цинк, медь, кобальт. Кроме этого, некоторые d-элементы не проявляют положительного влияния, и эти элементы участвуют в биохимических процессах организма [10]. Примерами таких элементов являются молибден и др.

f-элементы. Это химические элементы, содержащиеся в очень маленьких количествах и наличие многих из них не известно. Эти элементы являются токсичными, поэтому попадание этих элементов в организм может привести к неблагоприятным последствиям. Примером таких элементов являются ртуть, никель и другие элементы[10].

В данной работе будут рассматриваются тяжёлые металлы, биогенные свойства которых важны для живых организмов и могут оказывать отрицательное или положительное влияние, то это будут металлы, находящиеся в **d-группе** и **f-группе**.

К **d-элементам** относятся 32 элемента периодической системы, которые находятся с 4 по 7 большие периоды. Характерной особенностью этих химических элементов является неравномерное медленное возрастание атомного радиуса с увеличением числа электронов. Схожие химические свойства обусловлены тем, что d-элементы способны образовывать различные комплексные соединения с разнообразными лигандами.

Самым важным свойством для d-элементов является переменная валентность, которая обуславливает разнообразие степеней окисления.

Эта черта элементов связана с незавершенностью d-электронного уровня. В связи с этим свойством, такие элементы называются переходными. Поэтому, существование d-элементов в разных степенях окисления обеспечивает им большой спектр окислительно-восстановительных свойств. Вследствие этого многие элементы этих периодов проявляют свойства металлов, из-за чего они обладают наибольшей биологической активностью, способствуют ровному ходу биохимических реакций, и большинство d-элементов являются жизненно необходимыми.

Примерно 1/3 всех микроэлементов, которые содержатся в организме человека, приходится на d-элементы. В организме они находятся в виде комплексных соединений или ионов. Поэтому, в свободном виде эти металлы в организме не существуют.

В биохимических реакциях d-элементы проявляют себя как металлы-комплексобразователи с низкой степенью окисления. Они образуют металлоферменты, биоорганические комплексы, белковые комплексы.

В кислых растворах кислородсодержащие анионы d-элементов, имеющие более высокую степень окисления, чем у ионов металлов, проявляют только кислотные и окислительные свойства, образуя кислоты и оксиды.

Таким образом, d-элементы могут проявлять свойства металлов; кроме этого элементы этих групп могут образовывать различные соединения, которые будут нести свойства определенных элементов; а также некоторые из элементов являются токсичными по своей природе.

Класс биогенных элементов делится на биогенные металлы и биогенные неметаллы. Так как тяжёлые металлы являются биогенными элементами, то будет рассматриваться разделение этих металлов на группы, общие характеристики и их представители.

Тяжёлые металлы находятся с 4 по 6 периоды и разделены на 7

групп. Все они являются биогенными химическими элементами, и металлы, которые расположены в одной группе, обладают общими свойствами, характерными для определенной группы, но также эти элементы имеют свойства, присущие конкретно им.

Рассмотрим характеристики групп химических элементов:

1. Элементы группы IB. В группе IB (также эту группу называют группой меди) расположены переходные металлы Cu, Ag, Au, для которых характерен такой феномен как «проскок» или «провал» электронов. Данное явление характеризуется тем, что один из двух свободных s-электронов переходит на d-подуровень, что показывает неравномерность распределения внешних электронов [13]. Вследствие этого явления металлы этой группы могут формировать соединения, где степень окисления будет +1, +2, +3. Поэтому для меди наиболее характерны степени окисления +1, +2, для серебра - +1, для золота - +1 и +3.

Кроме этого, эти металлы располагаются в электрохимическом ряду после водорода, как они имеют слабые свойства к восстановлению. Поэтому в природе медь, серебро и золото встречаются в виде самородков.

Также, химические элементы этой группы участвуют в биологических процессах. Например, медь может соединяться со сложными белками, образуя окислительно-восстановительных ферменты. Серебро может взаимодействовать с белками и аминокислотами, образуя нерастворимые комплексы. Золото же может формировать неустойчивые соединения, и поэтому они распадаются в тканях живого организма.

Биологическое значение элементов данной группы уменьшается в следующей последовательности Cu – Ag – Au.

2. Элементы группы IIB. В этой группе находятся цинк (Zn), кадмий (Cd), ртуть (Hg). У данных элементов этой группы

предпоследний электронный слой заполнен, поэтому неспаренных (валентных) электронов нет, что является фактором постоянства и определяет особенности химических свойств элементов. Поэтому все d-элементы ПБ-группы имеют степень окисления +2. Но в данном случае есть исключение: ртуть, образуя димеры, имеет степень окисления +1, так как ртуть стоит в данной группе в ряду электроотрицательности на последнем месте, что способствует возрастанию неметаллических свойств.

Кроме того, металлы этой группы представляют собой амфотерными элементами, то есть они проявляют как основные, так и кислотные свойства, что является особенностью и влияет на химические процессы.

К тому же, данные химические элементы могут создавать соединения, как с ионными, так и с ковалентными химическими связями. Они являются хорошими комплексообразователями.

В свою очередь, эти элементы токсичны. Их токсичность растет в следующей последовательности элементов $Zn < Cd < Hg$. Кадмий и ртуть также входят в число самых токсичных элементов.

3. Элементы группы IVB. К группе IVB относят такие металлы как титан (Ti), цирконий (Zr) и гафний (Hf). Эти металлы являются ультрамикроэлементами, то есть в организме человека содержатся в очень малых количествах [12].

Общее свойство элементов этой группы характеризуется тем, что они способны образовывать координационные соединения, которые представляют собой слабые токсичные образования. Токсичность соединений элементов определяет предельно допустимая концентрация простых веществ, мг/м³: Ti – 10, Zr – 6, Hf – 0,5.

Также соединения этих металлов плохо растворяются в воде, что определяет маленькую вероятность опасности в экологическом плане.

4. Элементы группы VB. В эту группу входят такие следующие

химические элементы: ванадий (V), ниобий (Nb), тантал (Ta). Поверхность этих металлов покрывает оксидная пленка, которая определяет биологическую активность элементов. Благодаря чему их могут использовать в медицине, а именно в хирургии. Например, тантал применяют в хирургическом деле, чтобы соединить сломанные участки костей.

Степень окисления данных элементов бывает +4, + 5, поэтому чему они могут принимать участие в окислительно-восстановительных реакциях в биохимических процессах.

5. Элементы группы VIБ. В этой группе присутствуют хром (Cr), молибден (Mo) и вольфрам (W). Для этих элементов, в основном, в различных соединениях характерна степень окисления +6, но также для них свойственен большой размах степеней окисления от +2 до +6, так как они являются переходными металлами [12].

Хром, молибден и вольфрам в природе в виде самородков встречаются очень редко. Но их применение распространяется на большинство разных сфер деятельности и производства (например, хирургия, стоматология, рентгенография, машиностроение и химическая промышленность), благодаря ценным химическим и физическим свойствам.

6. Элементы группы VIIБ. Группу VIIБ образовали такие элементы, как марганец (Mn), технеций (Tc) и рений (Re). Эти металлам присущи степени окисления от +2 до +6, из-за чего они могут показывать восстановительные свойства, но также могут проявлять и окислительные и кислотные свойства.

Марганец и рений известны в природе в чистом виде. Но рений находится в земной коре в очень малых количествах, поэтому он считается рассеянным или редким металлом. Технеций же синтезирован искусственно и в природе в чистом виде не встречается; технеций оказывает радиационное действие.

7. Элементы группы VIIIБ. Данная группа содержит два семейства — семейство железа и семейство платины. Но так как речь идет о биогенных металлах, будем рассматривать семейство железа.

К семейству железа относятся три металла — железо (Fe), кобальт (Co), никель (Ni). Для них характерны степени окисления +2, +3, +4, реже +8. Эти металлы могут образовывать разные соединения со степенью окисления +2, +3 [13].

Из триады железа более активным металлом является железо, чем кобальт и никель. Они более устойчивы к атмосферной и водной коррозии. Металлы этого семейства хорошо реагируют с неметаллами, галогенами, но плохо растворимы в воде.

В основном, железо, кобальт, никель имеют важное промышленное значение, но также они важны и в организме человека. Примером может служить соединения крови, так как связывающим веществом в гемоглобине содержится железо.

1.2. Классификация биогенных металлов Владимира Ивановича Вернадского.

Существуют разные систематизации биогенных элементов, содержащиеся в организме человека. Примерами являются классификация по В. И. Вернадскому, классификация по В.В. Ковальскому и классификация элементов по периодической системе Д.И. Менделеева.

Рассмотрим классификацию по В.И. Вернадскому. Он выделил элементы в зависимости от содержания их в организме человека. Согласно этой зависимости В.И. Вернадский выделил 3 группы:

Макроэлементы. Это такие элементы, содержание которых превышает 10-2%. К таким элементам относят кислород, азот, натрий, магний, хлор, серу и кальций.

Микроэлементы. Это такие элементы, содержание которых находится в пределах 10-3 — 10-5%. К этой группе находятся такие элемент, как медь, йод, мышьяк, фтор, бром, стронций, барий, кобальт.

Ультрамикроэлементы. Это такие элементы, содержание которых составляет ниже 10-5%. К таким элементам относят ртуть, золото, торий, уран, радий и другие.

1.3. Классификация биогенных металлов Владимира Владиславовича Ковальского.

Существует два класса биогенных элементов, в которых представлены элементы. Они оказывают определенное влияние на многие системы организма, на его биологические функции и биохимические реакции.

Советский биохимик Виктор Владиславович Ковальский выделил следующие классы биогенных элементов:

Жизненно необходимые элементы. К этим элементам относят такие металлы как марганец (Mn), молибден (Mo), цинк (Zn), медь (Cu), кобальт (Co), железо (Fe) и другие. Они относятся к жизненно необходимым, потому что находятся в организме постоянно, несмотря на изменение окружающей среды. Эти элементы, например, входят в состав тканей, органов, либо они синтезируются организмом при помощи соединений, которые поступают в организм человека вместе с пищей, воздухом, водой. А также, такие элементы могут поступать в виде различных биологических добавок, витаминов и минералов.

Если будет недостаток какого-либо элемента или поступление его в малых дозах, то это может привести к непоправимому ущербу. Организм работает на износ. При этом наблюдается ухудшение общего состояния человека, замедляются все биологические функции и биохимические реакции, то есть снижается пластический и

энергетический обмен веществ, понижается уровень гемоглобина и различных ферментов. Например, при нехватке железа развивается анемия, так как этот элемент входит в состав гемоглобина. Или, дефицит меди приводит к разрушению кровеносных сосудов и патологическому росту.

Если содержание элемента в организме будет очень высоким, то тоже может нанести значительный ущерб организму. С повышением элементов организм человека начинает функционировать по-другому. Например, избыток железа в составе гемоглобина может привести к сердечно-сосудистым заболеваниям, заболеваниям лёгких и к опухолевым процессам. А высокий уровень меди в организме может спровоцировать химическое отравление, так как в больших количествах медь может становиться токсичной. (та же ссылка)

Примесные элементы. Примесные элементы — это такие элементы, которые могут находиться в организме человека временно или в малых количествах, и могут оказывать как негативное влияние, так и положительное. К таким элементам относятся ртуть (Hg), кадмий (Cd), титан (Ti), никель (Ni) и другие металлы. Эти элементы имеют определенное местоположение в организме. К примеру, кадмий находится в почках, печени, половых железах и щитовидной железе.

В основном эти химические элементы воздействуют на организм человека негативно, так как проявляют токсикологические свойства.

Также при высокой концентрации эти металлы становятся ядовитыми или приобретают токсичные свойства. Например, серебро при повышении допустимой концентрации может вызывать такое заболевание аргирия или аргироз, которое проявляется в изменение цвета радужки глаза и трансформировании глазного яблока, а также в изменении цвета слизистых оболочек и кожи от светло-голубого до темно-серого цветов.

Кроме того, отсутствие примесных металлов приводит к

нарушению функционирования желез (щитовидной и половой желез), органов (почки, печень, гипофиз). Так, отсутствие цинка в печени вызывает такое заболевание как цирроз печени, которое ведёт за собой превращение тканей и замещений клеток печени.

1.4. Характеристика биогенных тяжёлых металлов.

Биогенные металлы — это такие химические элементы, которые содержатся в организме человека и оказывают на него определенное влияние, то есть металл проявляет свои химические свойства, воздействуя на системы организма и принося в них положительные или отрицательные изменения. В данной главе будут описаны биогенные металлы по следующему плану:

Общая характеристика металла (внешний вид, цвет, физические свойства, химические свойства);

Местоположение металлы в природе и его источники получения (в каких продуктах питания (содержится и откуда его получаем);

Локализация металла в организме человека (органы, системы органов, ткани);

ПДК (предельно допустимая концентрация, то есть среднее содержание в организме на средний вес человека 60 кг).

Жизненно необходимые металлы. К данным металлам относятся железо (Fe), кобальт (Co), марганец (Mn), медь (Cu), молибден (Mo) и цинк (Zn).

Железо.

Железо — это металл, обладающий серебристо-белым цветом, высокой ковкостью и химической реакционной способностью; легко может корродировать при воздействии высоких температур и высокой влажности; используются при легировании других металлов, то есть повышает твёрдость и прочность (Приложение 2).

Для этого металла свойственны степени окисления +2 и +3. Железо со степенью окисления +2 является слабым восстановителем, образует гидроксид, оксид, а также присутствует в солях в виде катиона. Железо со степенью окисления +3 проявляет слабые окислительные свойства. Трёхвалентное железо является амфотерным, то есть проявляет кислотные и основные свойства; имеет способность растворяться в щелочах, также легко реагирует с ними, образуя ферриты.

Железо может взаимодействовать с:

- соляной кислотой;
- разбавленной серной кислотой;
- концентрированной серной кислотой;
- концентрированной азотной кислотой;
- кислородом;
- галогенами;
- неметаллами;
- водяным паром.

Железо и его ионы в организм человека, в основном, поступает вместе с пищей. Этот металл находится как в растительных продуктах, так и в продуктах животного происхождения. Согласно исследованиям, растительная пища, которая богата железом, усваивается в разы хуже животной пищи, так как она гораздо тяжелее. Процент усвоения этого металла колеблется от 3% до 35%, так как это зависит от особенностей самого организма человека.

Железо содержится в следующих продуктах: мясо говядины, говяжья печень, рыба (например, тунец), тыква, морепродукты (например, устрицы), овсяная крупа, какао, горох, листовая зелень, инжир, изюм, пивные дрожжи.

ПДК (предельно допустимая концентрация) железа для нормально функционирования должна быть менее 500 мг; в противном

случае, если ПДК выше 500 мг, то эта доза токсична для человека [23].

Кобальт.

Кобальт - это серебристо-белый металл с розовым или синеватым отливом; обладает высокой прочностью и относительно высокой температурой плавления (Приложение 3). Существует две модификации кобальта, устойчивость которых зависит от температуры : альфа-модификация устойчива при температура до 427 градусов, бета-модификация устойчива при температуре от 427 до 1494 градусов.

Для кобальта характерна степень окисления +2, но также в различных соединениях могут проявляться такие степени окисления как 1,3,4,5.

Кобальт может вступать в различные химические реакции:

- образование оксидов;
- кобальт может взаимодействовать с галогенами;
- взаимодействие с другими окисляющими элементами (кроме кислорода);
- кобальт может взаимодействовать с водородом, образуя растворимый гидрид;
- взаимодействует с различными кислотами, при этом образуются растворимые соли;
- также кобальт может образовывать комплексные соединения.

Кобальт, также как и железо, поступает в организм с пищей. Кобальт имеет свое распространение и в растительных, и в животных продуктах. По исследованиям, всасывается только 20% кобальта от всего поступившего его количества.

Кобальт содержится в таких продуктах, как печень, молоко, красная свекла, редис, зеленый лук, капуста, петрушка, салат, чеснок.

ПДК кобальта должна составлять не более 500 мг, иначе, если ПДК будет превышать 500 мг, то это доза будет токсична для человека [24].

Марганец.

Марганец - это твердый, и в тоже время хрупкий металл серебристо-белого цвета; обладает высокой химической реакционной способностью; легко окисляется на воздухе и хорошо реагирует с водой (Приложение 4).

Для марганца характерны степени окисления +7, +5, +3, +2, +1, -1, -2, -3; большинство степени окисления марганца зависят от химической среды (кислотная, щелочная) и от окислительно-восстановительных реакциях.

Также марганец является химически активным металлом. Поэтому образует следующие химические вещества:

- образование карбидов;
- образование нитридов;
- образование оксидов;
- взаимодействие с концентрированной серной кислотой;
- взаимодействие с разбавленной азотной кислотой;
- образование магнатов при взаимодействии с щелочами.

Соединения марганца поступают в организм человека с пищей. Этот химический элемент содержится в отрубях, ржаном хлебе, бобовых, чернике, свёкле, картофеле, помидорах и лекарственных растениях, таких как, эвкалипт, багульник, лапчатка, вахта трехлистная. Усвояемость марганца составляет только 3-5%, от всего поступленного количества марганца в организм.

В организме человека марганец локализуется в печени, трубчатых костях, поджелудочной железе, почках.

ПДК марганца составляет менее 10 мг для человека. Повышенная ПДК для человека этого металла становится для организма ядовитой [23].

Медь.

Медь – это золотистый, ковкий и пластичный металл; при покрытии оксидной пленкой на воздухе, металл имеет желтовато-красный цвет (Приложение 5). Данный металл обладает высокой теплопроводностью, электропроводностью. Медь хорошо устойчива к воздействию воды и воздуха .

Для меди свойственны следующие степени окисления - +1, +2,+3. Из этих трех степеней окисления более устойчива +2. Остальные две не устойчивы, так как первая степень окисления (+1) устойчива только в нерастворимых соединениях, а вторая степень окисления (+3) встречается только в необычных условиях.

Медь является химически активным металлом. Поэтому образуются следующие соединения:

- сульфат меди ;
- нитрит меди ;
- хлорид меди ;
- образование галогенидов;
- образование комплексных соединений.

Соединения меди, как и остальные жизненно необходимые металлы, поступают в организм человека вместе с пищей. Соединения меди содержатся в морских продуктах, бобовых, капусте, картофеле, кукурузе, яблоках и какао-бобах.

В организме человека меди находится в хрящах, сухожилиях, костях, коже, легочных альвеолах, оболочках нервов.

ПДК меди составляет 250 мг [24].

Молибден.

Молибден – это серебристый, блестящий, мягкий металл (Приложение 6). Молибден является тугоплавким металлом температурой плавления 2620С° и температурой кипения 4639С° .

Для молибдена характерны степени окисления +1, +2, +3. Чаще всего в химических соединениях проявляется степень окисления +2.

Молибден химически активен. Этот металл может взаимодействовать со следующими химическими веществами:

- с кислородом;
- с галогенами;
- с кислотами;
- с простыми веществами.

Молибден и его соединения поступают в организм человека вместе в пищу. Более 50% поступившего молибдена всасывается в кровь и связывается с белками.

В организме человека молибден содержится в печени и в крови (плазма крови и её составляющие).

ПДК молибдена составляет 5 мг для человека.

Цинк.

Цинк – это голубовато-серебристый металл, который обладает хрупкостью, пластичностью, невысокой температурой плавления (Приложение 8).

Для цинка характерна только одна степень окисления - +2.

Цинк является амфотерным металлом, поэтому может образовывать комплексные соединения. Цинк может взаимодействовать с:

- с кислородом;
- с кислотами;
- с щелочами;
- с галогенами при нагревании;
- с водными растворами образует аквакомплексы;
- с водородом, азотом, углеродом, кремнием и бором цинк не взаимодействует.

Цинк в организм поступает вместе с пищей. В больших количествах цинк содержится в говядине, морских продуктах, в зерновых культурах, орехах, бобовых, шпинате и моркови.

В организме человека цинк содержится в клетках крови, волосах, мышцах, коже.

ПДК цинка для человека составляет 150-600 мг [23].

Примесные элементы. Это такие элементы, как серебро (Ag), золото (Au), кадмий (Cd), ртуть (Hg), титан (Ti), ванадий (V), хром (Cr), никель (Ni).

Серебро.

Серебро - это пластичный, ковкий металл серебристо-белого цвета. Этот металл обладает самой высокой теплопроводностью среди всех металлов, а также самой высокой электропроводностью.

При нормальных условиях серебро имеет степень окисления +1.

Серебро обладает малой реакционной способностью, поэтому оно реагирует с:

- с концентрированной серной кислотой;
- с азотной кислотой;
- с хлорным железом;
- с галогенами;
- с серой при нагревании.

Серебро также образует комплексные соединения; при их образовании участвуют растворимые соединения серебра.

Серебро в организм поступает с водой и пищей. Но также серебро может поступать в организм через кожные покровы. Также серебро в малых количествах содержится в тканях и органах. В больших количествах серебро содержится в мозге, печени, эритроцитах, гипофизе, легких и пигментной ободки глаза (радужка).

ПДК серебра для человека составляет менее 60 мг [24].

Золото.

Золото - это мягкий, благородный металл желтого цвета. Этот металл обладает низкой электропроводностью и высокой теплопроводностью. Золото является тяжелым металлом, поэтому

плотность этого металла очень высока 19,32г/см³.

При нормальных условиях золото имеет степень окисления + 1, и так как золото стоит в ряду напряжения правее других металлов, то оно не взаимодействует с большим количеством кислот и не образует оксиды.

Золото может взаимодействовать с:

- с царской водкой;
- с селеновой кислотой;
- с концентрированной хлорной кислотой;
- образование комплексных соединений.

Золото попадает в организм через кожу, а также с пищей; золотом богата кукуруза.

ПДК золота для человека составляет менее 60 мг.

Кадмий.

Кадмий - это мягкий, ковкий металл серебристо-белого цвета. При нагревании этот металл теряет свою упругость. Температура плавления 321⁰С, температура кипения 770⁰С..

В обычных условиях кадмий проявляет степень окисления + 2.

Так как кадмий расположен между ртутью и цинком, то химические свойства этого металла схожи со свойствами ртути и цинка. Сульфиды и оксиды нерастворимы в воде и кадмий не взаимодействует с углеродом.

Кадмий, как и все металлы, поступает в организм человека вместе с пищей.

ПДК кадмия составляет для человека 3 мг.

Ртуть.

Ртуть - это металл, который представляет собой тяжелую серебристо-белую жидкость, пары которой весьма опасны и ядовиты. Температура плавления - 234 К, температура кипения - 630 К. В нормальных условиях ртуть проявляет степень окисления +2 .

Химические свойства ртути:

- с азотной кислотой;
- взаимодействие с царской водкой;
- с серной кислотой;
- образование оксидов.

Ртуть в организм человека поступает с морской рыбой, рисом и морепродуктами.

ПДК ртути для человека составляет 0,4 мг [24].

Титан.

Титан - это легкий серебристо-белого металл. Имеет высокую вязкость.

При нормальных условиях принимает степень окисления +4.

Титан устойчив к коррозии, так как при взаимодействии с воздухом образуется оксидная пленка.

Титан имеет высокую реакционную способность. Титан взаимодействует:

- с серной кислотой;
- с галогенами;
- с азотом при температуре 400⁰С;
- с водородом.

Титан в организм поступает вместе с пищей и водопроводной водой.

ПДК титана для организма человека составляет 0,1 мг [23].

Ванадий.

Ванадий - это серебристо-белый металл, обладающий высокой пластичностью и похожий на сталь. Различные примеси к титану снижают его пластичность, но повышают его твердость и хрупкость .

Степень окисления в обычных условиях ванадия составляет +2,+3,+4,+5.

Ванадий химически инертен, поэтому может взаимодействовать

мо многими химическими веществами.

Ванадий может реагировать с:

- с галогенами;
- с кислородом;
- с серой, кремнием и азотом.

Ванадий в организм поступает с пищей. Он содержится в растительном масле, петрушке, мясе, рыбе и хлебных злаках.

ПДК ванадия составляет 0,25 мг [23].

Хром.

Хром - это голубовато-белый металл, который обладает высокой твердостью среди всех металлов (Приложение 15).

Хром достаточно инертен, поэтому он взаимодействует с:

- с кислотами;
- с кислородом;
- с галогенами;
- с оксидами, образуя соли.

Хром поступает с пищей. Он содержится в ягодах, фруктах и овощах.

ПДК хрома для человека составляет 200 мг [24].

Никель.

Никель - это серебристо-белый металл, который покрывается на воздухе оксидной пленкой (Приложение 16).

Никель имеет степень окисления +2. Никель имеет малую реакционную способность.

Никель взаимодействует с:

- с концентрированной серной кислотой;
- с оксидом углерода;
- образует комплексные соединения.

Никель поступает в организм человека вместе с пищей. Никель содержат такие продукты, как чай, какао, гречиха, морковь и салат.

ПДК никеля составляет 0,1 мг [24].

ГЛАВА 2. БИОГЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ.

2.1. Влияние биогенных металлов на человека.

Все элементы выполняют свою роль в организме человека, поэтому избыток или их дефицит приводят к неприятным последствиям.

Железо.

Главная функция железа – это перенос кислорода и участие в ОВР. Также, железо принимает участие в ферментативных реакциях, иммунных функциях и метаболизме холестерина.

Дефицит железа приводит к анемии, то есть уменьшение количества эритроцитов в крови человека. Поэтому, чтобы поддерживать уровень железа на определенном уровне необходимо употреблять железосодержащие препараты или пищевые добавки (гематоген, ферроплекс).

Избыток железа приводит к гемохроматозу, то есть накопление железа в органах; а также избыток железа может вызвать аллергические реакции, развитие атеросклероза (заболевание артерий) и угнетает иммунную систему организма.

Кобальт.

Кобальт входит в состав витамина В12. Также кобальт участвует в функциях кроветворения, нервной системы, печени и ферментативных функциях организма. Кроме этого, кобальт участвует в образовании гормонов щитовидной железы, повышает усвояемость железа и принимает участие в образовании гемоглобина.

При дефиците кобальта или его отсутствии в организме развивается такое заболевание, как акогобальтоз. Акогобальтоз

характеризуется анемией, так как есть недостаток железа.

Избыток кобальта опасен для организма человека, так как приводит к сердечным заболеваниям, а в отдельных случаях к летальному исходу.

Марганец.

Марганец является важным составляющим множества ферментов, которые выполняют следующие функции: синтез и обмен нейромедиаторов в нервной системе, синтез гормона щитовидной железы тироксина, обеспечение нормального развития скелетной системы.

Избыток марганца в организме сказывается на нервной системе: появляется сонливость, сильная утомляемость, ухудшение памяти. Также, в больших количествах марганец является ядом, который поражает сердечно-сосудистую систему, легкие и вызывает сильные аллергии.

Дефицит марганца вызывает мышечную дисфункцию, припадки эпилепсии, нервные расстройства, нарушение репродуктивной функции

Медь.

Медь имеет большое значение для организма, так как медь участвует во многих процессах в организме (обмен веществ), входит в состав ферментов (тирозиназ, аскорбиназ), поддержании нормальной структуры костей, хрящей, сухожилий и эластичности кровяных сосудов. Также медь способствует усвоению железа в организме и обладает сильным противовоспалительным свойством, и повышает устойчивость к инфекциям.

При дефиците меди резко снижается ферментативная функция и идет замедление белкового обмена, вследствие этого наблюдается нарушение роста костных тканей.

Избыток меди приводит к мышечным болям, приводит к желтухе, почечной недостаточности, неврологическим нарушениям и болезни

Вильсона-Коновалова (генетическое нарушение циркуляции меди, при котором развиваются тяжёлые заболевания ЦНС и систем внутренних органов).

Молибден.

Молибден входит в состав таких ферментов, как альдегидоксидаза, ксантиноксидаза, сульфитоксидаза. Этот химический элемент влияет на активность фермента ксантиноксидазы. Молибден усиливает синтез аминокислот, регулирует обмен мочевой кислоты в организме, а также способствует работе антиоксидантов.

При недостатке молибдена нарушаются обменные процессы, идет ослабление иммунной

При избытке молибдена нарушается пигментация кожи, пищеварение и работа почек, а также повреждаются ткани легких.

Цинк.

Цинк участвует в обменных процессах, в синтез коллагена, в процессах деления клеток, в формировании Т-клеточного иммунитета, в синтезе белков, в выработке инсулина и в процессах регенерации кожных покровов.

Недостаток цинка в организме приводит к нервным расстройствам, снижению инсулина и уровня зрения, накопление некоторых элементов в очень больших количествах (свинец, железо, кадмий, медь), анемии и аллергическим заболеваниям.

Избыток цинка в организме приводит к разрушению костной ткани, некрозу печени, повышенному сахару в крови и сильному отравлению.

Серебро.

Функции серебра в организме человека недостаточно изучены. Известно, что серебро может образовывать соединения с белками, нарушать тканевое дыхание, может блокировать ферменты, связанные с тиоловыми группами.

При избыточном накоплении серебра в организме человека развивается такое заболевание, как аргирия. Аргирия - это заболевание, которое характеризуется необратимой пигментацией кожи, которая принимает серебристый или серый оттенок.

При недостатке серебра может развиваться такое явление, как "серебряный человек" (Приложение 1). Это такое состояние человека, при котором ослабевает иммунная система, и появляются различные недуги (например, головная боль). Но если восполнить количество серебра в организме, то состояние человека улучшится.

Золото.

По исследованиям ученых известно, что золото содержится в малых количествах в крови. Но даже в таких количествах этот металл считается физиологически активным.

При избытке золота в организме наблюдается рост аллергических клеток в крови, появление дерматита (поражение кожи, которое возникает в результате воздействия химических веществ на кожный покров), нарушение функции почек и печени, а также есть проблемы с функцией кроветворения.

Дефицит золота в организме человека изучен недостаточно, чтобы понять, к чему что может привести. Считается, что недостаток золота в организме приводит к ускорению процесса старения и может вызывать "старческие" заболевания.

Кадмий.

Роль кадмий в организме человека не изучена полностью. Кадмий есть, а составе белка, который называется металлотионеин. Этот белок связывает тяжелые металлы с сульфгидридной группой и транспортирует их по организму. Такие соединения и сам кадмий легко накапливаются в быстроразмножающихся клетках. Таким образом, соединения кадмия, которые накапливаются в быстроразмножающихся клетках, могут вызывать опухоли.

Ртуть.

Роль ртути в организме человека сводится к тому, что ртуть может взаимодействовать с белками, при этом в соединениях с белками регулирует процессы окисления, повышает уровень сопротивляемости с внешними факторами. Кроме этого, ртуть в микродозах стимулирует синтез иммуноглобулина в организме и повышает уровень Т-лимфоцитов, которые способны убивать раковые клетки.

Повышенные концентрации ртути вызывают хроническое отравление, и приводит к синдрому меркуриализма, при котором идет нарушение работы всей нервной системы и ЖКТ, возникновение дерматозов.

Титан.

Полностью биологическая роль титана не раскрыта, но известно достаточно много. Титан участвует в образовании эритроцитов костном мозге, синтезе гемоглобина, регулирует уровень холестерина и мочевины в крови.

Титан выполняет роль антиоксиданта, который защищает клетки и мелкие капилляры от повреждений.

Титан является не токсичным металлом, так как не было зарегистрировано ни одного летального исхода. Но при регулярном вдыхании воздуха, где повышенная концентрация титана, то этот металл накапливается в легких и приводит к таким заболеваниям, как трахеит, альвеолит и гранулематоз (тяжелое заболевание, которое приводит к воспалительным процессам и изменениям кровеносных сосудов).

Ванадий.

Биологическая роль ванадия до конца не исследована. Ванадий участвует в ОВР. Этот химический элемент способствует поглощению кислорода тканями печени, ускорению окисления фосфолипидов и влияет на уровень сахара в крови.

При дефиците ванадия есть риск развития атеросклероза и сахарного диабета.

При избытке ванадия происходят воспалительные процессы, повышается риск развития опухолей, анемии и системные аллергические реакции.

Хром.

Хром участвует в обмене липидов, белков, углеводов.

Шестивалентный хром является токсичным металлом, который способен вызывать онкологические заболевания, в том числе и рак легких, дерматиты и другие заболевания, связанные с кожей и легкими.

Никель.

Никель необходим для нормального развития живых организмов, но о его значении известно немного. Никель принимает участие в ферментативных реакциях, участвует в формировании ДНК и РНК и в ОВР, а также способствует регуляции гормонов в организме.

Дефицит никеля характеризуется тем, что идет ограничение роста, кожа становится менее пигментирована, возникают заболевания печени, снижается общая двигательная активность.

Избыток никеля формируется под влиянием промышленных условий, при этом наблюдаются кровотечения, экзема и аллергические реакции на никель.

Никель и его соединения имеют разрушительное воздействие на хромосомы, клетки, замедляет ферментативные процессы и деятельность гормонов, а также снижается иммунитет.

2.2. Синергизм и антагонизм биогенных металлов.

В организме человека ионы тяжелых металлов и их соединения взаимодействуют друг с другом, при этом взаимовлияние может оказаться как положительным, так и отрицательным, которое

проявляется в виде синергизма или антагонизма.

Синергизм — это взаимодействие химических элементов, при котором влияние элементов друг на друга или влияние одного химического элемента на другой будет выше, чем по отдельности, при этом увеличивая влияние химического элемента в организме.

Основными синергетическими комбинациями являются медь — цинк, медь - железо, медь — марганец, железо - хром, железо — марганец, потому что данные металлы участвуют в процессах кроветворения, образования ферментов и белков, а также они непосредственно влияют на процессы, которые происходят в организме.

При помощи лабораторных и практических исследований установлены такие примеры синергизма:

- достаточное количество N (азота) обеспечивает оптимальное поглощение Fe (железа), Mn (марганца);
- достаточный уровень Cu (меди) улучшает поглощение N (азота);
- оптимальное количество Mo (молибдена) повышает усваиваемость культурами N (азота), а также увеличивает поглощение P (фосфора);
- оптимальный уровень S (серы) повышает поглощение Mn (марганца);
- достаточное количество Mn (марганца) увеличивает поглощение Cu (меди), так как эти два металла участвуют в кроветворении и марганец способствует образованию ферментов в организме.
- нормальное содержание марганца и меди в организме способствует хорошему усвоению железа, потому что комбинация железо+марганец+медь позволяет избежать анемию, так как в

метаболизме железа в организме человека участвуют 22 марганцевых белка и 9 купроэнзимов.

Антагонизм — это отрицательный синергизм, то есть взаимодействие химических элементов противоположно друг другу или одни химический элемент блокирует действие другого химического элемента.

Основными антагонистами в организме являются соли натрия, соли, калия и соли кальция, так как действие кальция, натрия и калия вызывают блокировку многих жизненно необходимых химических элементов из-за чего начинают плохо функционировать системы органов, потому что всё в организме взаимосвязано.

Также при помощи научных исследований были установлены следующие примеры антагонизма:

- чрезмерное количество N (азота) уменьшает поглощение Fe (железа), Mn (марганца), Cu (меди);
- чрезмерное количество P (фосфора) уменьшает поглощение катионов таких микроэлементов как Fe (железо), Mn (марганец) и Cu (медь);
- чрезмерное количество Ca (кальция) снижает поглощение Fe (железа), так как самым сильным ингибитором всасывания железа является кальций. Кальций активно тормозит всасывание железа, действуя при этом в прямой зависимости от дозы. По клиническим исследованиям было установлено, что совместный прием кальция и железа тормозит всасывание железа в организме. Одним из ингибиторов железа является фосфат кальция. Поэтому, чтобы предотвратить блокировку железа кальцием, необходимо кальцийсодержащие и железосодержащие продукты и витамины употреблять отдельно.

Избыток Zn (цинка) ухудшает доступность Mn (марганца), то есть при малом количестве марганца в организме будет наблюдаться

нарушение обменных процессов, нарушение кожного покрова, проблемы с суставами и костями, мышечная дисфункция.

2.3. Влияние биогенных металлов на растения.

Тяжелые биогенные металлы содержатся и выполняют свои функции не только в организме человека, но и в растениях.

Для растений биогенные металлы могут быть как и микроэлементами, так и макроэлементами. Тяжелые металлы входят в состав белков, ферментов, гормонов.

В растениях содержатся те же самые тяжелые металлы, что и в организме человека. Так как в первой главе речь идет о жизненно необходимых металлах, то и те же самые биогенные металлы будут описаны в данной главе, как они ведут себя в растительном организме.

Марганец.

Марганец находится в почвах в среднем в количестве, которое равно 0,09%. При высоком содержании марганца в почве количество, которое усваивается может быть явно недостаточно. В среднем растворимая часть марганца в почве составляет 1 —10% от общего его содержания.

Кислая реакция почвы (при pH ниже 6,0) благоприятствует усвоению растениями Mn^{2+} ; слабощелочная реакция (pH выше 7,5) стимулирует образование гидрата $Mn(OH)_2$, трудно усваиваемого растениями.

Среднее содержание марганца в растениях составляет 0,001 %. Марганец служит катализатором важного физиологического процесса растений - дыхания, а также участвует в процессе фотосинтеза. Исходя из высокого окислительно-восстановительного потенциала марганца можно думать, что марганец играет такую же роль для растительных клеток, как железо — для животных.

Марганец входит в состав либо является активатором ряда ферментативных систем. Марганец регулирует соотношение $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$, что влияет на окислительно-восстановительные процессы, которые происходят с помощью железа.

Марганец усиливает гидролитические процессы, в результате чего увеличивается количество аминокислот, способствует продвижению ассимилятов, которые образуются в процессе фотосинтеза от листьев к корням и другим органам. Марганец при нитратном питании растений ведет себя как восстановитель, тогда как при аммиачном — как окислитель. Благодаря этому с помощью марганца можно воздействовать на процессы сахарообразования и синтеза белков.

Благотворное влияние марганца на рост и развитие растений очевидно. У гибридных сеянцев миндаля под влиянием марганца срок первого плодоношения ускоряется на 6 лет. Этот факт явился первым описанным в литературе случаем ускорения роста и созревания растений под влиянием микроэлементов.

При недостатке марганца в почвах возникают заболевания растений, которые характеризуются в появлении на листьях растений хлоротичных пятен, которые в дальнейшем переходят в очаги некроза. Обычно при этом заболевании происходит задержка роста растений и их гибель. У различных видов растений заболевание марганцевой недостаточностью имеет свои специфические проявления и получило соответственные названия.

Болезни растений при недостатке марганца:

- Серая пятнистость злаков наблюдается у овса, ячменя, пшеницы, ржи, кукурузы. Характеризуется появлением на листьях узкой поперечной линии увядания. Листья загибаются по линии увядания и свешиваются вниз. На листьях появляются отдельные хлоротичные пятна, которые в дальнейшем отмирают, что приводит к образованию отверстий на листьях.

- Болезнь сахарного тростника – на молодых листьях появляются длинные беловатые полосы хлоротичных участков, которые потом краснеют и на этих местах наступает разрыв листьев. Содержание марганца в листьях резко падает (Приложение 8).

- Болезни плодовых растений проявляются в хлорозе листьев, преимущественно старых (недостаточность железа проявляется главным образом на молодых листьях). Отмирают ветви, светлеют плоды. Сильнее всего поражается груша, вишня и яблоня — меньше.

Явление недостаточности марганца у растений в виде приведенных выше специфических заболеваний наблюдается при значительном дефиците марганца в почвах, однако и при относительном недостатке подвижного марганца могут наблюдаться недостаточности, проявляющиеся в задержке роста, уменьшении урожайности.

Обогащение растений марганцем ведет к улучшению роста, плодоношения деревьев и урожайности многих культур, что нашло практическое использование. В качестве удобрений применяют отходы марганцеворудной промышленности, отходы производства серной кислоты.

Марганцевые отходы имеют преимущество перед чистыми марганцевыми солями: они используются растениями постепенно и действуют более эффективно. Доза удобрений зависит от источника получения отходов и от вида растений.

Внесение марганцевых отходов в почву в качестве удобрений положительно сказывается на урожайности зерновых и плодовых культур, уменьшает полегаемость растений.

Избыток марганца, так же как и его недостаток, неблагоприятно сказывается на растениях.

Существуют растения, способные в значительной степени накапливать марганец. Такие растения называют манганофилами. Способность концентрировать марганец не обязательно свойственна

всем видам данного рода и не связана с систематическим положением растения. Концентраторами марганца являются лютик золотистый, полынь лекарственная, некоторые папоротники, сосна, береза, пасленовые.

Медь.

Общее содержание меди в почвах составляет около 0,002%, причем на долю растворимой части приходится около 1% этого количества.

Подвижность меди и поступление ее в растения уменьшаются при известковании почв, связывании меди в виде органических соединений и закреплении почвенным гумусом.

Медь образует также комплексные соединения с некоторыми органическими кислотами — щавелевой, лимонной, малеиновой, янтарной. Важную роль в фиксации меди играют микроорганизмы почвы.

Количество воднорастворимой доступной меди определяет в основном условия жизни растений в данной местности. Растения богатых медью почв обогащаются названным элементом, причем некоторые виды приобретают устойчивость даже к очень высоким концентрациям этого металла.

Медь необходима для жизнедеятельности растительных организмов. Почти вся медь листьев сосредоточена в хлоропластах и тесно связана с процессами фотосинтеза. Медь принимает участие в синтезе сложных органических соединений, таких как антоциан, железопорфирины и хлорофилл. Медь стабилизирует хлорофилл, предохраняет его от разрушения.

Медь входит в качестве структурного компонента в состав соединения с белком (медьпротеида), образуя окислительный фермент полифенолоксидазу. Этот фермент впервые был обнаружен в клубнях

картофеля, шампиньонах, а в дальнейшем в составе большинства распространенных растений.

Хотя этот фермент может окислять лишь определенные фенольные соединения, однако присутствие в растительных тканях наряду с оксидазой пирокатехина или ортохинона позволяет полифенолоксидазе участвовать в окислении большого количества органических соединений.

Медь способствует синтезу в растениях железосодержащих ферментов, в частности пероксидазы.

Установлено положительное влияние меди на синтез белков в растениях и благодаря этому — на водоудерживающую способность растительных тканей. При недостатке меди гидрофильность коллоидов тканей уменьшается.

Болезни растений, вызванные недостатком меди:

- Экзантема или суховершинность плодовых деревьев. Поражает цитрусовые, яблони, груши, сливы и маслины. У цитрусовых листья достигают больших размеров, молодые побеги изгибаются, на них развиваются вздутия, затем трещины. Пораженные побеги теряют листья и высыхают. Крона деревьев приобретает кустовидную форму. Плоды мелкие с бурыми пятнами и бородавками. Листья имеют сначала ярко-зеленый цвет, а в дальнейшем появляется пятнистость и хлороз.

- «Болезнь обработки» травянистых растений проявляется в подсыхании кончиков листьев, задержке в формировании репродуктивных органов, пустозернистости колоса (Приложение 9). При этом заболевании растения кустятся и, не переходя к стеблеванию, погибают. Поражаются «болезнью обработки» главным образом овес, ячмень, пшеница, свекла, бобовые, лук; меньше — рожь, гречиха, клевер. Это заболевание называется также «болезнью освоения», так как она поражает овес, ячмень, яровую и озимую пшеницы и другие

злаки, а также лен, коноплю, махорку и другие культуры на мелиорированных почвах.

- Устойчивое увядание верхних листьев. Рост стеблей задерживается, растения начинают усиленно куститься, семена не образуются.

Применение медных удобрений не только сказывается на повышении урожайности, но и на качестве сельскохозяйственных продуктов.

Цинк.

Среднее содержание цинка в почвах составляет 0,005%.

В среднем в растениях обнаруживается 0,0003% цинка. В зависимости от вида, местности произрастания, климата и т. п. содержание цинка в растениях весьма варьирует.

Цинк является компонентом разных ферментных систем. Он необходим для образования дыхательных ферментов—цитохромов А и Б, цитохромоксидазы (активность которой значительно падает при недостаточности цинка), входит в состав ферментов алкогольдегидразы и глицилглициндипептидазы. Цинк связан с превращением содержащих сульфгидрильную группу соединений, функция которых состоит в регулировании уровня окислительно-восстановительного потенциала в клетках. При недостатке цинка в вакуолях клеток накапливаются полифенолы, фитостерин, лецитин как продукты неполного окисления углеводов и белков; в листьях обнаруживается больше редуцирующих сахаров и фосфора и меньше сахарозы и крахмала. При отсутствии цинка нарушается процесс фосфорилирования глюкозы. Недостаток цинка ведет к значительному уменьшению в растениях ростового гормона — ауксина.

Цинк является составным компонентом фермента карбоангидразы. Входя в состав карбоангидразы, цинк влияет на важнейшую фотохимическую реакцию «темновой» утилизации

углекислого газа растениями и на его процесс выделения, т. е. на процесс дыхания растений. Растения, развивающиеся в условиях недостаточности цинка, бедны хлорофиллом; напротив, листья, богатые хлорофиллом, содержат максимальные количества цинка. В зеленых листьях цинк, возможно, связан с порфиринами.

Под влиянием цинка происходит увеличение содержания витамина С, каротина, углеводов и белков в ряде видов растений, цинк усиливает рост корневой системы и положительно сказывается на морозоустойчивости, а также жароустойчивости, засухоустойчивости и солеустойчивости растений. Соединения цинка имеют большое значение для процессов плодоношения.

Болезни недостаточности цинка распространены преимущественно среди плодовых деревьев, но также данным заболеваниям могут подвергаться и хвойные растения, и кукуруза.

Болезни, которые вызваны недостатком цинка:

- Мелколистность или розеточная болезнь листопадных деревьев. Поражает яблони, груши, сливу, персики, абрикос, миндаль, виноград, вишню. На заболевшем растении весной образуются укороченные побеги с розеткой мелких скрученных листьев. На листьях — явления хлороза. Плоды мелкие и деформированные, часто вообще не появляются. Через 1—2 года побеги отмирают. Заболевание излечивается непосредственно введением в стволы больных деревьев сернокислого цинка в кристаллическом виде, внесением в почву соединений цинка, опрыскиванием растений раствором цинковых солей.

- Пятнистость листьев цитрусовых, «крапчатость». Между жилками листьев появляются желтые участки, поэтому листья приобретают пятнистый вид. Зеленая окраска сохраняется лишь у основания листьев, остальная часть становится белой. Листья и корневая система перестают расти, и растения погибают.

- Бронзовость листьев тунговых. Листья приобретают бронзовую окраску, отдельные участки отмирают. Появляющиеся взамен погибающих новые листья деформированы. Больные деревья мало устойчивы против морозов.

- Розеточная болезнь сосны. Хвоя на концах побегов приобретает бронзовую окраску.

- Побеление верхушки кукурузы. Между жилками листа появляются светло-желтые полосы, развиваются некротические пятна и отверстия. Новонарастающие листья имеют бледно-желтый цвет.

Цинковые удобрения с успехом используются для повышения урожайности ряда культур: сахарной свеклы, озимой пшеницы, овса, льна, клевера, подсолнечника, кукурузы, хлопчатника, цитрусовых, других плодовых, древесных и декоративных растений.

Некоторые растения особенно отзывчивы на цинковые удобрения. При использовании минеральных удобрений, содержащих 20 кг сернокислого цинка на 1 га, наблюдается больший урожай зерна кукурузы, чем от применения любой удобрительной смеси без цинка.

Молибден.

Среднее содержание молибдена в почвах составляет 0,0003%, в изверженных породах — 0,000154%, в осадочных породах — 0,00024%. Больше всего молибдена находится в болотистых почвах и в почвах тундр. Богатство почв органическими веществами обуславливает низкий окислительный потенциал среды.

Наиболее растворимы в воде и доступны для растений соединения молибдена в нейтральной и слабощелочной среде. На кислых почвах молибден мало доступен растениям, поэтому в таких условиях сказывается положительно внесение молибденовых удобрений. Влияние молибдена зависит от многих факторов: на кислых почвах эффект молибдена зависит от содержания подвижного алюминия (чем больше алюминия, тем выше эффект молибдена).

Между молибденом и марганцем наблюдается обратная зависимость— избыток марганца вызывает недостаток молибдена, и, наоборот, присутствие молибдена улучшает состояние растений (льна), болеющих на кислых почвах от избытка марганца. Антагонистическая зависимость наблюдается также между молибденом и медью (молибден вытесняет медь).

Молибден оказывает положительное влияние не только на бобовые растения, но и на цветную капусту, томаты, сахарную свеклу, лен и др. Растениями-индикаторами недостатка молибдена могут быть томаты, кочанная капуста, шпинат, салат, лимоны.

Молибден необходим не только для процесса синтеза белков в растениях, но и для синтеза витамина С и каротина, синтеза и передвижения углеводов, использования фосфора. А также, молибден требуется растениям для фотосинтеза, синтеза фитаминов, для азотного и фосфорного обменов.

Молибден особенно важен для бобовых растений. Он концентрируется в клубеньках бобовых и способствует их образованию и росту, а также стимулирует фиксацию клубеньковыми бактериями атмосферного азота. Входит в состав фермента нитраторедуктазы (который является по своему строению молибдофлавопротеином), молибден восстанавливает нитраты у высших и низших растений и стимулирует синтез белка в них. Поэтому в условиях недостатка молибдена в растениях накапливаются нитраты, одновременно уменьшаются азотистая растворимая фракция и уровень азотистой белковой фракции. Молибден и марганец катализируют отдельные реакции, каждая из которых влияет на концентрацию аминокислот — промежуточных продуктов белкового обмена. Молибден активирует реакцию, ведущую от нитратов к образованию аминокислот, тогда как марганец активирует дальнейшие фазы превращения аминокислот в белки.

Болезни молибденовой недостаточности:

- Болезнь нитевидности цветной капусты. Выражается в уменьшении листовой пластинки. Поражает растения на кислых почвах: известкование может предотвратить появление болезни. Описана преимущественно в Австралии и Новой Зеландии.
- Жёлтая пятнистость цитрусовых. Выражается в появлении желтых пятен на листьях, быстро опадающих (Приложение 10).
- «Заболевание Виптейль» или крапчатость. Данное заболевание характеризуется большим количеством пятен бурого оттенка, жилки при этом остаются зелёного цвета, а края листьев загибаются во внутрь.

ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПО КУРСУ «БИОГЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ РОЛЬ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА И РАСТЕНИЙ».

1. Пояснительная записка.

Актуальность выбранного элективного курса.

В настоящее время в окружающей нас среде находится очень много химических веществ, в том числе биогенные тяжелые металлы, которые влияют на живые организмы, а именно на человека и растения, и немногие люди об этом задумываются. Поэтому, элективный курс представляет собой образовательную и познавательную ценность. По литературным данным медицинских источников, большинство соединений тяжелых металлов (около 50%) оседает в организме, накапливаются и оказывают влияние, а также негативное воздействие, и вызывают тяжёлые заболевания, у которых есть свои последствия. Элективный курс «Биогенные металлы и их роль для человека и растений» направлен дать информацию обучающимся о биогенных тяжелых металлах и их влиянии на живые организмы и создавать проекты, связанные с биогенными металлами.

Цели элективного курса:

- познакомить обучающихся с биогенными элементами, а именно с биогенными тяжелыми металлами;
- расширить знания учащихся о воздействии биогенных химических элементов на человека и растения.

Задачи элективного курса:

- познакомить обучающихся с биогенными тяжёлыми металлами;
- способствовать формированию системы знаний о биогенных металлах;

– способствовать применению полученных знаний для создания школьных проектов.

Функции элективного курса:

Основными функциями данного элективного курса является изучение воздействия тяжёлых биогенных металлов на живые организмы, совершенствование познавательной деятельности, определение с направлением будущей профессиональной деятельности.

Сроки реализации программы:

Продолжительность элективного курса по биологии на тему «Биогенные металлы и их роль для человека и растений» рассчитана на 29 академических часов.

Данный элективный курс рекомендован к изучению следующей целевой аудиторией — обучающиеся 8 класса (возраст 14-15 лет). Целевая аудитория выбрана в связи с тем, что в 8 классе обучающиеся начинают изучать школьный курс дисциплины «Химия» и получают базовые знания, связанные с характеристикой химических элементов.

В основу элективного курса положены принципы знаний по дисциплинам «Биология», «Химия», а также систематизация знаний по курсу «Человек и его здоровье» и «Растения».

Курс позволит обучающимся усвоить основные понятия по данной тематике, объяснять, какое влияние могут оказывать тяжёлые биогенные металлы на живые организмы (человека, растения). Этот курс поможет определиться обучающимся с профилем дальнейшей учебной деятельности, а также поможет определиться с будущей профессией.

Методы обучения:

- лекции с элементами беседы, дискуссии;
- индивидуальные работы;
- выполнение дополнительных заданий;
- работа с дополнительной литературой;

- написание рефератов;
- практикумы и лабораторные работы;
- написание и защита проектов по заданным темам.

Формы контроля:

Промежуточными формами контроля являются сообщения, рефераты и составление интеллект-карт.

Итоговой формой контроля является разработка и защита проектных работ учащихся.

Темы проектных работ для учащихся:

- Марганец: вред или польза для растений?
- Токсикология ртути.
- Цинк и значение для здоровья человека.
- Титан и его применение в медицине.
- Металлы в жизни человека.
- Серебро: украшение или лечение?
- Химики и лирики о железе.
- Значение молибдена и его соединение для бобовых.
- Медные удобрения: влияние на урожай растений.
- Взаимное влияние марганца и меди на организм человека.
- Кобальт, его свойства и значение для живых организмов.

Предполагаемые результаты:

- освоение целостного представления о окружающей среде и себе;
- выбор будущей образовательной и профессиональной траектории;
- формирование культуры здоровья;
- создание условий для реализации обучающихся;
- освоение навыков коммуникаций.

Программа элективного курса состоит из четырёх частей, которые

включают в себя теоретическую и практические части, а также написание и разработка учебного проекта обучающимися. Поэтому, для элективного курса «Биогенные металлы и их роль для человека и растений» разработан учебно-тематический план.

2. Учебно-тематический план элективного курса «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».

№	Название темы	Количество часов	Форма контроля
1	Введение в элективный курс по биологии «Биогенные металлы и их роль для человека и растений»		
1.1	Вводное занятие «Биогенные металлы и их роль»	1	Конспект
1.2	Классификация и общая характеристика тяжёлых биогенных металлов	2	Интеллект-карта
2	Биогенные тяжёлые металлы и их роль для растений		
2.1	Синергизм и антагонизм биогенных тяжёлых металлов у растений	1	Конспект
2.2	Практическая работа № 1 «Влияние солей марганца на петрушку»	4	Отчёт по проделанной практической работе
2.3	Характеристика тяжёлых биогенных металлов важных для растений	1	Конспект
2.4	Практическая работа № 2 «Влияние солей железа на кресс-салат»	4	Отчёт по проделанной

			практической работе
2.5	Практическая работа № 3 «Влияние солей меди на лук»	4	Отчёт по проделанной практической работе
3	Биогенные тяжёлые металлы и их роль для человека		
3.1	Характеристика тяжёлых биогенных металлов важных для человека	1	Конспект
3.2	Практическая работа № 1 «Влияние тяжёлых металлов на человека»	3	Реферативные работы
3.3	Синергизм и антагонизм биогенных металлов у человека	1	Конспект
3.4	Практическая работа № 2 «Применение тяжёлых биогенных металлов»	2	Реферативные работы
4	Разработка и презентация учебных проектов		
4.1	Выбор темы проекта	1	Выбор темы, постановка целей, задач, формулировка актуальности
4.2	Проверка готовности проектов	1	Предварительная проверка готовности проектов

4.3	Итоговое занятие	3	Презентация проектов
	ИТОГО:	29	

3.1. Введение в элективный курс «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».

Занятие № 1.

Тема урока: Введение в элективный курс «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Познакомиться с химическими элементами и их делением на группы металлов и неметаллов; познакомиться со свойством биогенности металлов.

Задачи урока:

Образовательная: дать определение понятиям биогенность, биогенные металлы; разбираться в биогенных металлах.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии.

Метапредметные: развивается интерес к предметам — биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на организм человека.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа
Постановка задач, цели и формулировка новой темы.	7 минут	Постановка вопросов, на которые требуется ответить по изучении темы в течение урока. Формулировка темы занятия.	Учитель задаёт наводящие вопросы учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	Учащиеся отвечают на вопросы, поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и пытаются сформулировать тему занятия.	Появляется потребность в обсуждении, а также в правильных ответах на вопросы, поставленных учителем.
Объяснение темы внеурочного занятия.	26 минут	Самостоятельное формулирование определений. Деление химических элементов	Учитель даёт определение химические элементы, биогенность, биогенные элементы, биогенные металлы.	Учащиеся пытаются дать определения понятиям биогенность и биогенные металлы. Учащиеся предполагают,	Составление конспекта в виде схемы в тетрадях учащимися, усвоение новых понятий.

		на металлы и неметаллы. Характеристика химических элементов.	Отвечает на вопросы учащихся. Также, учитель даёт краткую характеристику у химических элементов, биогенных металлов и приводит примеры.	какие металлы могут быть биогенными, а также пытаются назвать химические элементы и биогенные металлы.	
Рефлексия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса (учитель задаёт вопросы учащимся для повторения).	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного занятия.	Умение осуществлени е самооценки, анализировать выполненную работу.

Занятие № 2.

Тема урока: Классификация и общая характеристика биогенных металлов.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Познакомиться с характеристикой биогенных

металлов , которые окружают человека, и находятся в окружающей среде.

Задачи урока:

Образовательная: разобрать классификации биогенных элементов; дать характеристику биогенных металлам; уметь разбираться в биогенных металлах.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии.

Метапредметные: развивается интерес к предметам - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на организм человека.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа
Актуализация получен	7 минут	Повторение пройденного материала.	Учитель задаёт вопросы по пройденной	Учащиеся отвечают на вопросы,	Появляется потребность в

ных знаний			теме учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и пытаются сформулироват ь тему занятия.	обсуждении , а также в правильных ответах на вопросы, поставленн ых учителем.
Объясн ение теме внеуроч ного занятия.	13 минут	Самостоятел ьное формулирова ние определений . Характерист ика биогенных металлов. Влияние биогенных металлов на организм человека.	Учитель дает определение понятиям химические элементы биогенность, биогенные металлы. Отвечает на вопросы учащихся. Также, учитель даёт краткую характеристику биогенным металлам и приводит прммеры данных металлов. Учитель	Учащиеся пытаются дать определения понятиям биогенность и биогенные металлы. Учащиеся предполагают, какие металлы могут быть биогенными, а также пытаются назвать химические элементы. Учащиеся задают вопросы о том, какие	Составлени е конспекта в тетрадях учащимися, усвоение новых понятий.

			отвечает на последствия вопросы могут быть учащихся; при большой рассказывает о концентрации биогенных металлов в металлов на организме; о человека, а том, может ли также о это лечиться последствиях медикаментозн их влияния. о; чем опасны биогенные металлы для человека и других живых организмов.		
	13 минут	Учитель приводит классификации деления биогенных металлов			
Рефлексия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса (учитель задаёт вопросы учащимся для	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного занятия.	Умение осуществле ние самооценки, анализирова ть выполненну

			повторения).		ю работу.
--	--	--	--------------	--	-----------

3.2. Практические работы по элективному курсу «Влияние солей биогенных тяжёлых металлов».

Занятие № 3.

Тема урока: Синергизм и антагонизм биогенных тяжелых металлов у растений.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Ознакомиться с взаимодействиями металлов друг с другом.

Задачи урока:

Образовательная: разобрать классификации биогенных элементов; дать характеристику биогенных металлам; уметь разбираться в биогенных металлах.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Метапредметные: развивается интерес к предмету - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа
Актуализация полученных знаний	7 минут	Повторение пройденного материала.	Учитель задаёт вопросы по пройденной теме учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	Учащиеся отвечают на вопросы, поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и пытаются сформулировать тему занятия.	Появляется потребность в обсуждении, а также в правильных ответах на вопросы, поставленные учителем.
Объяснение теме внеурочного занятия	26 минут	Самостоятельное формулирование определений синергизм,	Учитель дает определение понятиям антагонизм, синергизм. Отвечает на	Учащиеся пытаются дать определения понятиям синергизм и антагонизм.	Составление конспекта в тетрадях учащимися, усвоение новых

я.		антагонизм. Изучить взаимодейст вие тяжёлых металлов друг с другом, а также влияние этого совместного действия на растение.	вопросы учащихся. Также, учитель приводит примеры взаимного влияния тяжёлых биогенных металлов на растение и о результатах этого влияния. Учитель отвечает на вопросы учащихся.	Учащиеся предполагают, как совместное воздействие металлов может влиять на растение.	понятий.
Рефле ксия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса (учитель задаёт вопросы учащимся для повторения).	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного занятия.	Умение осуществлен ие самооценки, анализироват ь выполненну ю работу.

Занятие № 4.

Практическая работа № 1. «Влияние солей марганца на петрушку».

Цели: изучить влияние солей марганца на петрушке.

Задачи: пронаблюдать за изменением состояния петрушки после полива солями тяжелого металла - марганца (перманганат калия).

Оборудование и объекты: перманганат калия (соль тяжелого металла — марганца), отстойная водопроводная вода, 7-дневные ростки петрушки, растущие в пластиковых горшочках.

Постановка опыта:

1) В три одинаковых горшочка насыпать одинаковое количество земли. В горшки с землей посадить одинаковое количество семян петрушки, готовых к посадке. Поливать землю по мере её высыхания, для того чтобы быстрее проросли семена петрушки. Всходы петрушки появляются на 7-10 день после посадки.

2) После появления первых больших ростков, длина которых будет составлять 5-6 сантиметров, поливать отстойной водопроводной водой.

3) Затем, после того, как ростки петрушки окрепнут, то есть появятся взрослые листья, начать поливать раствором перманганата калия (3 грамм перманганата калия развести в 500 миллилитрах воды). Первый горшок поливать надо отстойной водопроводной водой. Вторым горшок поливать изначальным раствором перманганата калия, то есть 3 грамма перманганата калия, разведенные в 500 мл воды. Третий горшок поливать раствором перманганата калия, разведенным в 2 раза. Поливать ростки петрушки через 2 дня. Продолжительность опыта 1 месяц.

4) Пронаблюдать за изменением состояния петрушки на протяжении полива раствором перманганата калия. Наблюдения записать и сделать выводы.

Занятие № 5.

Тема урока: Характеристика тяжёлых биогенных металлов

важных для растений.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Познакомиться с тяжёлыми металлами, которые важных для растений.

Задачи урока:

Образовательная: дать характеристику тяжёлым биогенных металлам важных для растений.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Метапредметные: развивается интерес к предмету - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа

Актуализация полученных знаний	7 минут	Повторение пройденного материала.	Учитель задаёт вопросы по пройденной теме учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	Учащиеся отвечают на вопросы, поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и пытаются сформулировать тему занятия.	Появляется потребность в обсуждении, а также в правильных ответах на вопросы, поставленные учителем.
Объяснение теме внеурочного занятия.	26 минут	Характеристика биогенных тяжёлых металлов необходимых для растений.	Учитель даёт характеристик у тяжёлых биогенных металлов, которые необходимы для растений.	Учащиеся пытаются предположить, какие металлы необходимы для растений. А также, учащиеся пытаются предположить, как металлы влияют на растения.	Составление конспекта в тетрадях учащимися, усвоение новых понятий.
Рефлексия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного	Умение осуществление самооценки,

			(учитель задаёт вопросы учащимся для повторения).	занятия.	анализировать выполненную работу.
--	--	--	---	----------	-----------------------------------

Занятие № 6.

Практическая работа № 2. «Влияние солей железа на кресс - салат».

Цели: изучить влияние солей железа на кресс — салата.

Задачи: пронаблюдать за изменением состояния кресс - салата после полива солями тяжелого металла - железа (сульфат железа III).

Оборудование и объекты: перманганат калия (соль тяжелого металла — железа), отстояная водопроводная вода, 12-дневные ростки кресс- -салата, растущие в пластиковых горшочках.

Постановка опыта:

1) В три одинаковых горшочка насыпать одинаковое количество земли. В горшки с землей посадить одинаковое количество семян кресс - салата, готовых к посадке. Поливать землю по мере её высыхания, для того чтобы быстрее проросли семена кресс - салата. Всходы кресс - салата появляются на 12 - 15 день после посадки.

2) После появления первых больших ростков, длина которых будет составлять 10 — 15 сантиметров, поливать отстояной водопроводной водой.

3) Затем, после того, как ростки кресс - салата окрепнут, то есть появятся взрослые листья, начать поливать раствором сульфата железа III (3 грамма сульфата железа III развести в 500 миллилитрах воды). Первый горшок поливать надо отстояной водопроводной водой. Второй горшок поливать изначальным раствором сульфатом железа III,

то есть 3 грамма сульфатом железа III, разведенные в 500 мл воды. Третий горшок поливать раствором сульфатом железа III, разведенным в 2 раза. Поливать ростки петрушки через 2 дня. Продолжительность опыта 1 месяц.

4) Пронаблюдать за изменением состояния кресс - салата на протяжении поливать раствором сульфатом железа III. Наблюдения записать и сделать выводы.

Занятие № 7.

Практическая работа № 3. «Влияние солей меди на лук».

Цели: изучить влияние солей меди на лук.

Задачи: пронаблюдать за изменением состояния петрушки после полива солями тяжелого металла - меди (сульфата меди).

Оборудование и объекты: сульфат меди (соль тяжелого металла — меди), отстояная водопроводная вода, 7-дневные ростки лука, растущие в пластиковых горшочках.

Постановка опыта:

1) В три одинаковых горшочка насыпать одинаковое количество земли. В горшки с землей посадить одинаковое количество луковиц лука, готовых к посадке. Поливать землю по мере её высыхания, для того чтобы быстрее проросли луковицы. Всходы первых перьев лука появляются на 7-10 день после посадки.

2) После появления первых больших ростков, длина которых будет составлять 5-6 сантиметров, поливать отстояной водопроводной водой.

3) Затем, после того, как лук окрепнет, то есть появятся зелёные перья, начать поливать раствором сульфата меди (3 грамма сульфата меди развести в 500 миллилитрах воды). Первый горшок поливать надо отстояной водопроводной водой. Вторым горшок поливать изначальным раствором сульфата меди, то есть 3 грамма

сульфата меди, разведенные в 500 мл воды. Третий горшок поливать раствором сульфатом меди, разведенным в 2 раза. Поливать ростки лука через 2 дня. Продолжительность опыта 1 месяц.

4) Пронаблюдать за изменением состояния лука на протяжении полива раствором сульфата меди. Наблюдения записать и сделать выводы.

Занятие №8.

Тема урока: Характеристика тяжёлых биогенных металлов важных для человека.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Познакомиться с тяжёлыми металлами, которые важных для человека.

Задачи урока:

Образовательная: дать характеристику тяжёлым биогенным металлам необходимых для человека.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на человека.

Метапредметные: развивается интерес к предмету - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа
Актуализация полученных знаний	7 минут	Повторение пройденного материала.	Учитель задаёт вопросы по пройденной теме учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	Учащиеся отвечают на вопросы, поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и пытаются сформулировать тему занятия.	Появляется потребность в обсуждении, а также в правильных ответах на вопросы, поставленные учителем.
Объяснение теме внеурочного занятия.	26 минут	Характеристика биогенных тяжёлых металлов необходимых для человека.	Учитель даёт характеристик у тяжёлых биогенных металлов, которые необходимы для человека.	Учащиеся пытаются предположить, какие металлы необходимы для человека. А также, учащиеся пытаются предположить,	Составление конспекта в тетрадях учащимися, усвоение новых понятий.

				как металлы влияют на организм человека.	
Рефлексия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса (учитель задаёт вопросы учащимся для повторения).	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного занятия.	Умение осуществление самооценки, анализировать выполненную работу.

Занятие № 9.

Практическая работа № 1 «Влияние тяжёлых металлов на человека».

Тема урока: Характеристика тяжёлых биогенных металлов важных для человека.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: изучить влияние тяжёлых биогенных металлов на организм человека

Задачи урока:

Образовательная: дать характеристику тяжёлым биогенным металлам важных для человека.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого,

развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на человека.

Метапредметные: развивается интерес к предмету - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

1. Актуализация полученных знаний	Учитель задаёт вопросы по пройденной теме учащимся. Обучающиеся пытаются ответить на поставленные вопросы учителем.
2. Изучение нового материала	Учащиеся подготовили рефераты по тяжёлым биогенным металлам и их влиянии и роли для человека. В своих рефератах они должны отразить следующие моменты: 1) что это за металл (его описание); 2) физические и химические свойства металла; 3) локализация в природе; 4) биологические свойства металла; 5) влияние тяжёлого металла на организм человека (положительное и негативное воздействие) и последствия этого влияния

	(заболевания, вызванные этим металлом). А также, учащийся может отразить в своём реферате. Где и как применяется выбранный им тяжёлый металл.
3. Рефлексия	Учащиеся должны сделать общие выводы в ходе обсуждения по прослушанным рефератам — как влияют тяжёлые биогенные металлы на человека и какие последствия могут быть.

Занятие № 10.

Тема урока: Синергизм и антагонизм биогенных тяжелых металлов у человека.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Ознакомиться с взаимодействиями металлов друг с другом.

Задачи урока:

Образовательная: узнать, как и где используются биогенные тяжёлые металлы.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Метапредметные: развивается интерес к предмету - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа
Актуализация полученных знаний	7 минут	Повторение пройденного материала.	Учитель задаёт вопросы по пройденной теме учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	Учащиеся отвечают на вопросы, поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и пытаются сформулировать тему занятия.	Появляется потребность в обсуждении, а также в правильных ответах на вопросы, поставленные учителем.
Объяснение теме внеурочного занятия.	26 минут	Самостоятельное формулирование определений синергизм, антагонизм. Изучить	Учитель даёт определение понятиям антагонизм, синергизм. Отвечает на вопросы учащихся.	Учащиеся пытаются дать определения понятиям синергизм и антагонизм. Учащиеся предполагают,	Составление конспекта в тетрадях учащимися, усвоение новых понятий.

		взаимодейст вие тяжёлых металлов друг с другом, а также влияние этого совместного действия на растение.	Также, учитель приводит примеры взаимного влияния тяжёлых биогенных металлов на человека и о результатах этого влияния. Учитель отвечает на вопросы учащихся.	как совместное воздействие металлов может влиять на человека.	
Рефле ксия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса (учитель задаёт вопросы учащимся для повторения).	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного занятия.	Умение осуществлен ие самооценки, анализироват ь выполненну ю работу.

Занятие № 11.

Практическая работа № 2. «Применение тяжёлых биогенных металлов».

Тема урока: Применение тяжёлых биогенных металлов.

Класс: 8.

Тип урока: Внеурочное занятие.

Цель урока: Познакомиться с применением тяжёлых металлов в разных сферах деятельности человека.

Задачи урока:

Образовательная: разобрать классификации биогенных элементов; дать характеристику биогенных металлам; уметь разбираться в биогенных металлах.

Развивающая: развить интерес к биохимическому составу живого, развить интерес к биологическим процессам.

Воспитательная: воспитать ответственное отношение к своему здоровью; воспитать бережное отношение к окружающей среде.

Планируемые результаты обучения:

Личностные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Метапредметные: развивается интерес к предмету - биологии, химии, экологии.

Предметные: формируется знание о биогенных металлах и их влиянии на растения.

Оснащение урока: Мультимедийная установка, учебная презентация.

Методы обучения:

Словесные: объяснение с элементами беседы, рассказ., дискуссия.

Наглядные: демонстрация презентации.

Ход урока:

Этап	Время	Цель	Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Результаты этапа
Актуализации	7 минут	Повторение пройденного	Учитель задаёт вопросы по	Учащиеся отвечают на	Появляется потребность

я получе нных знаний		материала.	пройденной теме учащимся, на которые они должны ответить, по мере своей возможности.	вопросы, поставленные учителем. Предполагают правильные ответы и попытки сформулирова ть тему занятия.	в обсуждении, а также в правильных ответах на вопросы, поставленны х учителем.
Объяс нение теме внеуро чного заняти я.	26 минут	Самостоятел ьное формулирова ние определений синергизм, антагонизм. Изучить взаимодейст вие тяжёлых металлов друг с другом, а также влияние этого совместного действия на растение.	Учитель спрашивает, какое может быть применение у биогенных тяжёлых металлов.	Учащиеся предполагают , как и где могут применяться тяжёлые биогенные металлы.	Презентация сообщений учащимися на тему «Применение тяжёлых биогенных металлов».

Рефлексия	7 минут	Организация рефлексии учащихся.	Рефлексия проводится с помощью блиц-опроса (учитель задаёт вопросы учащимся для повторения).	Учащиеся отвечают на вопросы по теме данного занятия.	Умение осуществление самооценки, анализировать выполненную работу.
-----------	---------	---------------------------------	--	---	--

3.3. Элективный курс как предпосылка для проектной деятельности школьников.

Данный элективный курс может служить предпосылкой для создания проектных работ учащихся.

Для того чтобы обучающимся создать проект, им необходимо прослушать теоретическую часть и выполнить практические работы. Затем, обучающийся сам выбирает тему учебного проекта или обращается к учителю, чтобы тот помог с темой проекта. Далее, обучающийся формулирует актуальность, цели, задачи.

Темы для учебных проектов:

- Марганец: вред или польза для растений?
- Токсикология ртути.
- Цинк и значение для здоровья человека.
- Титан и его применение в медицине.
- Металлы в жизни человека.
- Серебро: украшение или лечение?
- Химики и лирики о железе.
- Значение молибдена и его соединения для бобовых.
- Медные удобрения: влияние на урожай растений.

- Взаимное влияние марганца и меди на организм человека.
- Кобальт, его свойства и значение для живых организмов.

Независимо от выбора темы учебного проекта, его структура будет одинаковой. Проект должен включать в себя содержание, введение, основную часть, которая может содержать несколько глав (от 1 до 7 глав), заключения, списка использованной литературы и приложения.

Чтобы начать проект, обучающиеся должны выбрать тему. Далее, они должны найти подходящую литературу и материал по теме, выстроить план своих действий.

Во введении учебного проекта обязательно должно быть актуальность, в которой раскрывается важность и новизна темы, цель и задачи проекта, предмет и объект исследования, а также может присутствовать гипотеза исследования, в которой обозначают предполагаемые результаты учебного проекта.

В основной части проекта учащиеся должны раскрыть свою тему, то есть какие методы были использованы в ходе исследования темы, как осуществлялись опыты (их подробное описание), должен присутствовать теоритический материал, а также должны быть сделаны выводы.

В заключении должны быть вывод по всей проектной работе, которые отражают определённый результат, полученный в ходе исследования темы.

В приложении могут быть представлены картинки, анкеты, тесты и другие материалы, которые были необходимы для раскрытия и исследования выбранной темы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Тяжелые биогенные металлы могут влиять на живые организмы как положительно, так и отрицательно. Влияние тяжелых металлов обуславливается химическими и физическими свойствами элементов, а также концентрацией нахождения в организме.

Так как целью впускной квалификационной работы являлось рассмотреть характеристики биогенных металлов и разработать элективный курс по теме «Биогенные металлы и их роль для человека и растений», то были решены следующие задачи:

- 1) изучить специальную литературу по химии и биологии о биогенных элементах;
- 2) проанализировать и систематизировать полученную информацию о биогенных химических металлов;
- 3) рассмотреть классификации биогенных химических элементов, свойства биогенных тяжёлых металлов;
- 4) разработать межпредметный элективный курс по биологии и химии «Биогенные металлы и их роль для человека и растений».

В первой и второй главах представлен теоритический материал, который был сформирован после анализа литературы по данной теме. В

В первой главе приведены три классификации биогенных элементов, в которые непосредственно входят тяжёлые металлы. В этих классификациях показано место тяжёлых биогенных металлов в системе.

Во второй главе приведено описание свойств тяжёлых биогенных металлов, их значимость для живых организмов.

В третьей главе представлена разработка элективного курса по теме «Биогенные металлы и их роль для человека и растений», который направлен на изучение влияния тяжёлых биогенных металлов на живые

организмы. Этот элективный курс важен для прохождения в школьном курсе биологии, так как в ходе его изучения обучающиеся узнают, что есть биогенные металлы, которые воздействуют на живые организмы и их влияние может быть положительным и отрицательным. А также, они узнают, какие могут последствия после длительного влияния тяжёлых биогенных металлов. Кроме этого, данный элективный курс поможет обучающимся с выбором дальнейшей профессиональной деятельности.

Таким образом, можно сделать заключение, что данную тему «Биогенные металлы и их роль для человека и растений» нужно изучать, так как знания которые обучающиеся получают в ходе изучения этой темы являются важными для жизни и дальнейшей учебной и профессиональной деятельности учащихся.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ .

1. Аверцева И. Н. Общая и биоорганическая химия [Текст] : учебник для вузов / И.Н Аверцева., В.А. Попков , А.С .Берлянд - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 368 с.
2. Арефьев, И.П. Подготовка учителя к профильному обучению старшеклассников [Текст] / И.П. Арефьев // Педагогика, 2003, №5. - С. 49-55
3. Афанасьева Т.П. Разработка и экспертиза программ элективных курсов. Профильное обучение: педагогическая система и управление. Кн.1.[Текст] : Методическое пособие. / Т.П. Афанасьева, Н.В. Немова. -М,- АПК и ПРО, 2004, с. 52-60
4. Афиногенов Ю.П. Биогенные элементы и их физиологическая роль [Текст] : учебное пособие. / Ю.П. Афиногенов, И.А. Бусыгина, Е.Г. Гончаров. - Воронеж : ВГУ, 2008. - 143 с.
5. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе [Текст] / Ю.К. Бабанский. - М.: Просвещение, 1985.
6. Байбородова, Л. В. Обучение химии в средней школе [Текст] : метод.пособие / Л. В. Байбородова, А. В. Матвеев. – М. : ВЛАДОС, 2008. – 304
7. Бекетова, Т. И. Экологическое образование учащихся на уроках и факультативных занятиях [Текст] / Т. И. Бекетова // Начальная школа. – 2004. – № 8.
8. Беспалов П.И. Исследовательская работа учащихся по теме «Ферменты» / И.П. Беспалов // Журнал «Первое сентября». - 2010. №8. 10-14 с.
9. Н. Гринвуд Химия элементов: в 2 томах, перевод с англ [Текст] / Гринвуд Н., Эрншо А.. -М.: Бином. Лабораториязнаний, 2014.

10. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст] : Учебник для вузов. / Ю. А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд. - М.: Высшая школа, 2005. - 560с.
11. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва - растение [Текст] / В.Б. Ильин - Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1991. - 151с.
12. Коттон Ф. Современная неорганическая химия: часть 2, часть 3, перевод с англ. [Текст] / Ф .Коттон, Дж. Уилкинсон – М.: Мир, 1969.
13. Лидин Р. А. Химические свойства неорганических веществ. [Текст] / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева– М.: Химия, 2000. 480 с.
14. Литвинова Т.Н. Биогенные элементы. Комплексные соединения [Текст] : учеб.-метод. пособ. / Т.Н. Литвинова, Н.К. Выскубова, Л.В. Ненашева; под ред. Проф. Т.Н. Литвиновой — Ростов н/Д: Феникс, 2009. - 283 с.
15. Милошевич Д. З. Набор инструментов для управления проектами [Текст] / Д. З. Милошевич - М.: ДМК Пресс, 2008., 715 стр
16. Некрасов Б. В.. Основы общей химии. [Текст] / Б.В. Некрасов – М.: Химия, 1973. 656 с.
17. Оганесян Э.Т. Общая и неорганическая химия. [Текст] : учебник / Э. Т. Оганесян, В. А. Попков, Л. И. Щербакова, А. К. Брель. - Издательство Юрайт, 2016. - 448 с.
18. Пильникова Н.Н. Индивидуальный проект обучающихся по химии 10-11 класс. [Текст] : учебно — методическое обеспечение образовательного маршрута. / Н.Н. Пильникова - Волгоград: Издательство «Учитель», 2016. - 60 с.
19. Позывайло О.П. Биохимия водно-минерального обмена: учеб.-метод. пособие / П63 О.П. Позывайло, Д.В. Елисейкин, Д.Т. Соболев. – Витебск: УО ВГАВМ, 2007. – 27 с.
20. Попков, В. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия

биогенных элементов / В.А. Попков, Ю.А. Ершов, А.С. Берлянд. - М.: Юрайт, 2012. - 560 с

21. Росин И.В. Общая и неорганическая химия. В 3 томах. Химия s-, d- и f-элементов. [Текст] : учебник. / И.В. Росин, Л.Д. Томина. - Изд.: Юрайт, 2016. - 494 с.

22. Серегина, О. С. Знакомый незнакомец (особенности подготовки конспекта урока) [Текст] : учеб.пособие / О. С. Серегина ; под ред. Г. Б. Вершинина. – Новокузнецк: Кузбас. гос. пед. акад., 2007. – 66 с.

23. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. [Текст] / А. В. Скальный. - М.: Издательский дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. - 216с.

24. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине. [Текст] / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. - М.: Оникс 21 век, Мир, 2004. - 272 с.

25. Скальный А.В. Биоэлементология: основные понятия и термины. [Текст] / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 50 с.

26. Теремов А.В. Элективные курсы в профильном обучении школьников [Текст] : учебное пособие / А.В. Теремов. - Москва : МПГУ, 2017. - 120 с.

27. Титов А.Ф. Тяжелые металлы и растения [Текст] : Монография / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова. — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. — 194 с.

28. Титов А. Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам [Текст] : учебное пособие. Институт биологии КарНЦ РАН. / А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. М. Казнина Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. 77 с.

29. Хухрянский В.Г. Химия биогенных элементов [Текст] : Учеб. пособие / В. Г. Хухрянский, А. Я. Цыганенко, Н. В. Павленко. — 2-е изд., перераб. и доп.— К.: Высш. шк., 1990.—207 с.

30. Эльбекьян К.С. Биогенные элементы. [Текст] : учебное пособие. / К.С. Эльбекьян, Е.В. Белик, О.А. Дюдюн, Т.А.Милащенко, В.Н.Игнатова, Е.В.Маркарова. - Изд.: СтГМУ, 2016. - 64 с.
31. Синергизм и антоганизм [Электронный ресурс] // <http://helpiks.org/8-69550.html> (дата обращения: 20.02.2019)
32. http://bono-esse.ru/blizzard/RPP/O/Vitamin/VitProfi/vzaimodejstvie_Fe_Ca.html
33. <http://agrostory.com/agronomists/antagonizm-i-sinergizm-makro-i-mikroelementov/>
34. <https://medi.ru/info/11591/>
35. <https://medi.ru/info/5757/>
36. http://us-in.net/m_elements_7.php
37. <http://agrostory.com/agronomists/antagonizm-i-sinergizm-makro-i-mikroelementov/>
38. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1638-marganets-v-organizme-cheloveka.html>
39. <http://www.km.ru/referats/737E89C2B29D4FDAAABEA55687D8028B>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Аргироз, болезнь при повышенной концентрации серебра в организме.



Приложение 2

Внешний вид железа.



Приложение 3

Внешний вид кобальта



Приложение 4

Внешний вид марганца



Приложение 5

Внешний вид меди



Приложение 6

Внешний вид молибдена



Приложение 7

Внешний вид цинка



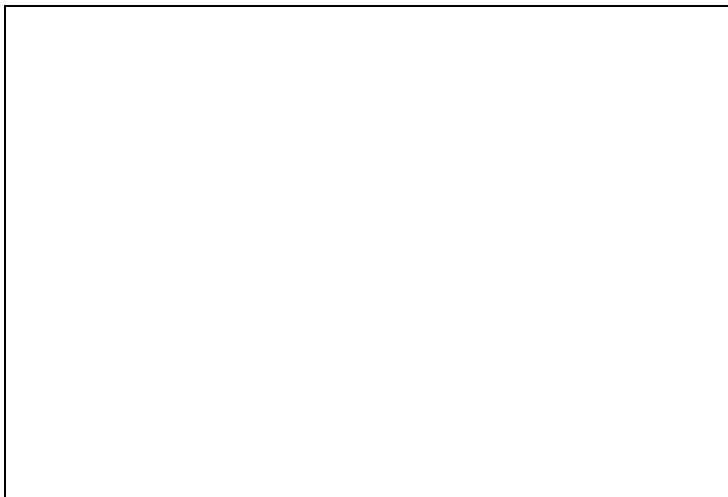
Приложение 8

Болезнь сахарного тростника, болезнь при нехватке марганца.



Приложение 9

Болезнь «обработки» растения, болезнь при недостатке меди.



Приложение 10

Желтая пятнистость цитрусовых, болезнь при недостатке молибдена.

